

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Filip Kotorac, apsolvent

Preddiplomski studij smjera Bilinogojstvo

**UTJECAJ OBRADBE TLA I GNOJIDBE DUŠIKOM NA PRINOS  
KUKURUZA**

**Završni rad**

Osijek 2014.

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA**  
**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Filip Kotorac, apsolvent

Preddiplomski studij smjera Bilinogojstvo

**UTJECAJ OBRADE TLA I GNOJIDBE DUŠIKOM NA PRINOS KUKURUZA**

**Završni rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

- 1. Prof. dr. sc. Danijel Jug, predsjednik**
- 2. Izv. prof. dr. sc. Irena Jug, mentor**
- 3. Doc. dr. sc. Boris Đurđević, član**
- 4. Izv. prof. dr. sc. Vesna Vukadinović, zamjenski član**

Osijek, 2014.

Završni rad je napisan na temelju rezultata istraživanja provedenih u sklopu VIP projekta: "Konzervacijska obrada tla kao mjera ublažavanja klimatskih promjena" (br. projekta: 2012-11-55), koji je financiran od strane Ministarstva poljoprivrede.

Voditelj projekta: prof. dr. sc. Danijel Jug

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1. CILJ ISTRAŽIVANJA .....	2
<b>2. MATERIJAL I METODE.....</b>	<b>3</b>
<b>3. REZULTATI I RASPRAVA.....</b>	<b>8</b>
3.1. VREMENSKE PRILIKE TIJEKOM ISTRAŽIVANJA .....	8
3.2. OBRADA TLA.....	8
3.2.1. <i>Konvencionalna obrada tla</i> .....	8
3.2.2. <i>Reducirana (konzervacijska) obrada tla</i> .....	10
3.3. GNOJIDBA .....	12
3.4. DUŠIČNA GNOJIVA .....	13
3.5. DUŠIK I GNOJIDBA KUKURUZA DUŠIKOM.....	15
3.6. PRINOS KUKURUZA .....	18
<b>4. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>21</b>
<b>5. POPIS LITERATURE.....</b>	<b>22</b>
<b>6. SAŽETAK.....</b>	<b>23</b>
<b>7. SUMMARY.....</b>	<b>24</b>
<b>8. PRILOZI.....</b>	<b>25</b>
<b>9. POPIS SLIKA.....</b>	<b>26</b>
<b>10. POPIS TABLICA .....</b>	<b>27</b>
<b>TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA.....</b>	<b>28</b>

## 1. UVOD

Kukuruz, *Zea mays L.* je jednogodišnja kulturna biljka, s vrlo velikim uzgojnim arealom. Uzgaja se u cijelom svijetu, u različitim klimatskim uvjetima i na različitim tipovima tala. Uzgojno područje kreće se od ekvatora do 58° sjeverne geografske širine (Kanada, sjeverna Europa) i do 42° južne geografske širine (Argentina i Novi Zeland). Kukuruz je trenutno treća svjetska kultura po zasijanim površinama, s oko 130 milijuna hektara (nakon riže i pšenice), s prosječnim prirodom od 3,7 t/ha. Najveći proizvođači kukuruza su SAD (oko 28 milijuna ha), Kina (19 milijuna ha), Brazil (12 milijuna ha), Meksiko (7 milijuna ha) i ostali ([http://www.obz.hr/vanjski/CD\\_AGBASE2/PDF/Kukuruz.pdf](http://www.obz.hr/vanjski/CD_AGBASE2/PDF/Kukuruz.pdf)).

Proizvodnja kukuruza u Republici Hrvatskoj varira po godinama, a prema zastupljenosti površina u uzgoju, nalazi se na prvom mjestu, s oko 370,000 ha po godini i s prosječnim prinosom od 4,7 t/ha. Zadnjih 15-tak godina primjećuje se tendencija porasta prosječnih prinosa. Većina proizvodnih površina kukuruza nalazi se u istočnoj Hrvatskoj, odnosno u porječjima rijeka Drave, Save i Dunava.

Obrada tla ubraja se u jedan od najvažniji agrotehničkih zahvata kojim se tlo priprema kao medij uzgoja, odnosno medij rasta i razvoja biljaka. Može se definirati kao mehaničko miješanje tla s ciljem mijenjanja uvjeta u tlu prema zahtjevima usjeva. Cilj obrade tla je osigurati povoljne uvijete za klijanje i nicanje sjemena, te pravilan razvoj korijena, kako bi se biljka mogla oduprijeti negativnom djelovanju korova, utjecaju erozije i nepovoljnoj vlažnosti tla (El Titi, 2003.). Najjednostavnija podjela obrade tla je na osnovnu i dopunsku obradu tla. Osnovna obrada tla u našim uvjetima najčešće obuhvaća: oranje, rigolanje i dubinsko rahljenje, dok dopunsku obradu tla čine: blanjanje, drljanje ili branjanje, tanjuranje, kultiviranje, valjanje i neke posebne tehnike. U ovisnosti o intenzitetu obrade (broj radnih operacija), dubini obrade i primijenjenim oruđima, sustavi obrade tla se obično dijele na konvencionalne i reducirane. U konvencionalnoj obradi tla obično se mogu koristiti sva dostupna oruđa, pri čemu intenzitet i dubina obrade tla nisu limitirani. Primjenom velikog broja radnih operacija obrade, značajno se poskupljuje proizvodnja (povećana potrošnja energenata, više ljudskog rada i sl.), što predstavlja vrlo važnu odrednicu konvencionalnih sustava obrade tla. Nasuprot konvencionalnoj, reducirana obrada tla podrazumijeva tehnički i tehnološki pojednostavljenu i ekonomski opravdaniju obradu tla, odnosno obradu sa smanjenim intenzitetom i/ili dubinom obrade tla.

Gnojidba se, pored obrade tla, ubraja u najvažnije agrotehničke zahvate u uzgoju biljaka. Bez ove se agrotehničke mjere današnja konvencionalna proizvodnja ratarskih usjeva ne može niti zamisliti, a u svakom slučaju, prinosi bi bez primjene gnojidbe prvenstveno mineralnim gnojivima (ali i organskim) bili drastično manji.

Budući da se gnojidbom želi postići visok, stabilan, kvalitetan i ekonomski isplativ prinos, razložno je u proračunu preporuke za gnojidbu koristi ciljni prinos kao činitelj proračuna gnojidbe (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Pored ciljnog prinosa koji utječe na proračun ukupno potrebne količine hraniva, potrebno je u proračun uvrstiti i rezultate kemijske analize tla, tj. neke pokazatelje plodnosti tla, a to većina autora čini pomoću gnojidbenih pokusa i utvrđivanja utjecaja gnojidbe na prinos.

Kukuruz se ubraja u kulture za čiji je uzgoj potrebna primjena intenzivnih agrotehničkih mjera, pri čemu se u prvom redu misli na vrlo intenzivnu obradu tla, ali i gnojidbu.

### **1.1. Cilj istraživanja**

Cilj ovog rada bio je utvrditi mogućnost primjene različitih sustava, odnosno intenziteta obrade tla, kao i efikasnost primjene različitih razina gnojidbe dušikom, na visinu prinosa kukuruza.

## 2. MATERIJAL I METODE

Istraživanja utjecaja različitih sustava obrade tla i različitih gnojidbenih doza dušika, na visinu prinosa kukuruza, provedena su tijekom tehnološke 2012./2013. godine, na automorfnom tipu tla, na lokaciji u blizini Magadenovca (GPS: Long. 18.70648 E; Lat. 45.55555 N).

Istraživanjima je obuhvaćeno pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom. Varijante obrade tla su bile slijedeće:

- **OR – Konvencionalna obrada tla**
- **PO – Podrivanje**
- **RA – Rahljenje**
- **TA – Tanjuranje**
- **DS – Direktna sjetva**

Varijanta OR podrazumijevala je oranje u jesen na dubinu od 30-35 cm, iza kojeg je slijedilo tanjuranje u dva prohoda do dubine 10-15 cm. U proljeće je obavljeno zatvaranje zimske brazde teškom drljačom, predsjetvena priprema tla sjetvospremačem (klinasta + rotodrljača) i sjetva sijačicom za direktnu sjetvu.



Slika 1. Varijanta obrade tla oranjem

Na varijanti PO je kao osnovni zahvat obrade tla obavljeno podrivanje do dubine od 45-50 cm, a sve ostale radne operacije obrade tla i sjetve bile su kao kod varijante OR.



Slika 2. Varijanta obrade tla podrivanjem

Kod varijante RA osnovna obrada tla rahljenjem obavljena je do dubine oranja (30-35 cm), iza čega su slijedile iste radne operacije kao kod varijante OR.



Slika 3. Varijanta obrade tla rahljenjem

Na varijanti TA osnovna obrada tla je obavljena tanjuranjem teškom tanjuračom na dubinu 20-25 cm u jednom prohodu, a ostali radni zahvati obrade bili su isti kao kod varijante OR.





Slika 4. Varijanta obrade tla tanjuranjem

Na varijanti DS nije obavljen niti jedan zahvat obrade tla, već je obavljena direktna sjetva kao i kod ostalih istraživanih varijanata. Za razliku od ostalih varijanata, na ovoj je varijanti u ljetu 2012. godine obavljeno tretiranje površine totalnim herbicidom na bazi glifosata.



Slika 5. Varijanta bez obrade tla

Varijante gnojidbe dušikom bile su slijedeće:

- **N1 – gnojidba umanjena za 50% u odnosu na gnojdbenu preporuku**
- **N2 – gnojidba prema gnojdbenoj preporuci**
- **N3 – gnojidba uvećana za 50% u odnosu na gnojdbenu preporuku**



Slika 6. Površinska distribucija gnojiva na varijanti direktne sjetve

Gnojdbena preporuka, na temelju kemijske analize tla (Tablica 1.), za dušik, fosfor i kalij, određena je kompjutorskim ekspertnim programom ALR<sub>xp</sub> v13.46 (Vukadinović). Gnojidba fosforom i kalijem je bila ujednačena za sve varijante i iznosila je 140 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha i 150 kg K<sub>2</sub>O/ha, dok je gnojidba dušikom, ovisno o gnojdbenom tretmanu iznosila za N1 – 140 kg N/ha, za N2 – 210 kg N/ha i za N3 – 280 kg N/ha i bila je ujednačena za sve varijante obrade tla.

Tablica 1. Kemijski sastav tla na lokaciji istraživanja

pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100 g tla	K <sub>2</sub> O mg/100 g tla	Humus (%)	Hy (cmol kg <sup>-1</sup> )
5,29	4,27	17,2	22,7	1,35	4,4

Veličina osnovne parcele obrade tla iznosila je 600 m<sup>2</sup> (20m x 30m), dok je veličina osnovne parcele obrade tla iznosila 200 m<sup>2</sup> (6,7m x 30m), (Prilog 1., Tablica 1. Shema pokusa). Pokus je izveden kao dvofaktorijalan (obrada i gnojidba), u četiri ponavljanja, sa slučajnim rasporedom parcela po ponavljanjima.

Predusjev je bila ozima pšenica. Hibrid kukuruza bio je PR36V52, FAO skupine 450. Zaštita protiv korova bila je ujednačena za sve varijante obrade tla, dok za zaštitom protiv bolesti i štetnika nije bilo potrebe.

Prinos zrna kukuruza određen je vaganjem ukupne mase zrna s cijele pokusne gnojdbene parcele, a vaganje je obavljeno poljskom kolskom vagom (elektronska vaga preciznosti  $\pm 1$  kg/t). Prinos je preračunat na površinu od 1 ha s 14 % vlage zrna, te izražen u t/ha.

Statistička obrada podataka prinosa kukuruza obavljena je po split-plot metodi analize varijance, gdje varijanta obrade tla predstavlja glavni faktor, a gnojdba dušikom pod-faktor. Rezultati su obrađeni kompjutorskim programom VVstat za analizu pokusa po planu podijeljenih parcela (Vukadinović i Ivezić, 1986.).

### 3. REZULTATI I RASPRAVA

#### 3.1. Vremenske prilike tijekom istraživanja

Na temelju podataka dobivenih od DHMZ-a (Državnog hidrometeorološkog zavoda), razvidno je kako su vremenske prilike tijekom razdoblja istraživanja bile vrlo promjenjive, s iznad prosječnom količinom oborina.

Tablica 2. Vremenske prilike tijekom razdoblja istraživanja 2012./2013. na području Donjeg Miholjca

2012./2013. godina												
X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Srednje mjesečne temperature zraka tijekom razdoblja istraživanja (°C)												
11,6	9,0	0,6	2,0	2,8	4,9	13,3	17,0	19,8	23,3	28,8	15,6	13,3
Srednje mjesečne količine oborina tijekom razdoblja istraživanja (°C)												
74,6	55,2	103,8	61,7	111,9	113,2	46,2	112,9	54,1	15,3	73,2	96,6	28,6

Izvor podataka: DHMZ

Iznad prosječno vlažno i mokro razdoblje vladalo je od listopada 2012. godine sve do sredine travnja 2013. godine, što je odgodilo i onemogućilo kvalitetno proljetno zatvaranje zimske brazde, predsjetvenu pripremu i sjetvu. Vlažna i sušna razdoblja nastavljala su se izmjenjivati tijekom cijele vegetacije kukuruza. Tako je bilo razdoblja tijekom kojih je površina tla do dubine desetak centimetara bila izrazito suha i tvrda, a istovremeno ispod te dubine tlo je bilo raskvašeno i mokro. Tijekom razdoblja metličanja i svilanja (lipanj, srpanj, kolovoz), kada je kukuruz u kritičnom razdoblju prema potrebama za vodom, izmjenjivala su se sušna i vlažna razdoblja. Usprkos ovoj činjenici, oplodnja kukuruza je bila kvalitetna i na zadovoljavajućoj razini, što se u konačnici odrazilo na visinu prinosa.

#### 3.2. Obrada tla

##### 3.2.1. Konvencionalna obrada tla

Konvencionalna obrada tla (ili intenzivna obrada tla) obuhvaća one sustave obrade tla nakon kojih ostaje manje od 15 % žetvenih ostataka na površini tla nakon posijane sljedeće kulture. Oranje plugom, kojeg slijedi dopunska obrada tla (najčešće tanjuračom),

još uvijek se koristi kao preporučena radnja za obradu tala u uzgoju većine ratarskih usjeva, a posebice na tlima koja imaju problem otežane odvodnje vode (primjer: glinovita tla nepovoljne strukture ili čista pjeskovita tla). Konvencionalna obrada tla je intenzivna obrada tla kojim se tlo priprema za sjetvu ili sadnju, odnosno obrada tla kojom se koriste klasična oruđa i klasične metode. Oranje se obavlja plugom kojim se tlo prevrće, miješa i usitnjava. Obrada tla u konvencionalnom sustavu uzgoja obično se dijeli na osnovnu (temeljna) i dopunsku (predsjetvena) obradu tla, te međurednu kultivaciju.

Osnovna obrada tla oranjem obavlja se krajem ljeta i početkom jeseni na dubinu od 25 do 30 cm. Takvom obradom tla povećava se volumen tla, popravljaju se: struktura, poroznost, vodni zračni kapacitet tla, toplinska svojstva, migrirana hraniva se ponovo vraćaju na površinu i podliježu oksidacijskim procesima i dr. Višestruka su opravdanja za obavljanje ove radne operacije (stabilnost i sigurnost prinosa, površinski sloj tla bez biljnih ostataka itd.), ali često puta i neopravdana. S druge strane, rezultati različitih istraživanja iz gotovo svih klimatskih zona svijeta sugeriraju da kontinuirano oranje sadrži zajedničke probleme tla kao što su: negativna promjena strukture, gubitak humusa, povećana erozija tla vodom i vjetrom, pogoršanje propusnosti tla i visoki zahtjevi za energijom i vremenom. Zbog povećanja potrošnje energije (a time i troškova), zajedno sa erozijom tla, dolazi do velike podrške za primjenom alternativnih tehnika i sustava obrade tla. Istraživanja tla unutar posljednjeg stoljeća ističu ideju kako oranje plugom više ne može biti glavna i bazna operacija u obradi tla.

Dopunskom obradom tla vrši se ravnanje i daljnje usitnjavanje čestica tla koji su nastali osnovnom obradom. Dopunska obrada se obavlja do dubine sjetve, a za tu se namjenu mogu koristiti drljače, valjci i sl. Na taj se način povećava akumulacija i konzervacija vlage koja može biti vrlo značajna ako se javi nedostatak oborina tijekom vegetacije. Kako bi u proljeće sačuvali akumulirane količine vode i spriječili evaporaciju, treba drljačom ili sjetvospremačem obaviti dopunsku obradu tla i tako spriječiti kapilarni gubitak vode iz tla.

Zadatak predsjetvene obrade tla je formiranje rastresitog, dovoljno vlažnog i toplog površinskog sloja tla koji treba osigurati kvalitetnu sjetvu, a zatim i brzo klijanje i nicanje. Za predsjetvenu pripremu obično se koriste posebni uređaji, tzv sjetvospremači, koji imaju veliki radni zahvat, a njihovom se upotrebom izbjegava sabijanje površine, narušavanje strukture tla, pri čemu se istovremeno postiže veći učinak i smanjuju troškovi proizvodnje.

Međuredna kultivacija se izvodi zbog razbijanja pokorice, mehaničkog uništavanja korova, ali i korektivne gnojidbe ili prihrane usjeva tijekom vegetacije. Razbijanjem pokorice smanjuje se gubitak vlage iz tla, tlo se zrači, poboljšava se rad mikroorganizama koji razlažu zaoranu organsku tvar u tlo. Za ovu se radnju uglavnom koriste kombinirana oruđa, odnosno kultivatori.

Negativna posljedica intenzivne obrade tla je veliki broj zahvata, odnosno prohoda traktorom i priključcima uslijed čega dolazi do sabijanja tla, te povećane potrošnje energenata, što rezultira poskupljenjem proizvodnje. Redovitom upotrebom pluga na istoj dubini stvara se slabije propusni ili nepropusni sloj (tzv. taban pluga) koji ograničava prodor korijena u dublje dijelove tla, ali i ascedentnu i descedentnu perkolaciju vode.

### ***3.2.2. Reducirana (konzervacijska) obrada tla***

Za razliku od konvencionalnih sustava, reducirani sustavi obrade tla naglašavaju veću ekonomsku isplativost, manju štetnost za okoliš, veću energetska učinkovitost i veću kvalitetu života. Konzervacijska obrada predstavlja dio reducirane obrade tla, kod koje je minimalno 30 % površine tla prekriveno biljnim ostacima nakon sjetve ili sadnje slijedeće kulture (Jug, 2014.). Primjena ovih sustava obrade tla ne znači povratak u prošlost i upotrebu zastarjelih načina obrade već znači primjenu novonastalih sofisticiranih tehnologija i oruđa. Ne postoji samo jedan način obrade tla koji jamči postizanje dobrih rezultata već sve ovisi o tipu tla, njegovoj strukturi, vremenskim uvjetima, klimi i plodoredu. Primjena reducirane obrade tla ima niz prednosti u odnosu na konvencionalnu obradu, a dvije prednosti se posebno ističu: ekonomska i ekološka. Upotrebom reducirane obrade tla znatno se smanjuju troškovi proizvodnje jer je smanjen broj prohoda strojeva što znači da je smanjena potrošnja energenata, kao i radne snage. To čini poljoprivrednu proizvodnju ekonomičnijom, a samim time i atraktivnijom jer se broj radnih sati u polju smanjuje. Biološka prednost je što tlo postupno postaje lakše za obradu jer se poboljšava struktura tla, a njegova biogenost se višestruko povećava.

Uz poštivanje suvremenih postulata biljne proizvodnje i uz primjenu odgovarajućih tehničkih i tehnoloških inputa, reducirana obrada tla se može primijeniti bez opasnosti od pada visine prinosa (što inače, iako neopravdano, predstavlja najvažniju zamjerku reduciranim sustavima obrade tla). Iako je ekonomski aspekt jedan od najvažnijih u biljnoj proizvodnji, reduciranu obradu treba promatrati i s drugih gledišta, kao npr.: manji broj



prohoda (manje gaženja tla, manje zbijanje), bolja vodopropusnost osobito donjih slojeva tla, bolja aeracija i bolji životni prostor za biljku i dr. Dakle, tlo se čuva od pogoršanja njegovih fizikalnih, bioloških ali i kemijskih svojstava.

Krajnji oblik reduciranja obrade tla predstavlja no tillage, odnosno sustav uzgoja biljaka bez obrade tla. Kako mehaničko suzbijanje korova ne dolazi u obzir, korovi se uništavaju tako da se prije sjetve obavlja prskanje cijele površine totalnim herbicidima i to na bazi glifosata. Također se izostavlja i međuredna kultivacija. Sjetva se obavlja specijaliziranim no-till sijačicama. Sjeme se ulaže u brazdice koje otvaraju diskovi otvarači, u obliku slova „V“. Budući da je obrada tla izostavljena, suzbijanje korova, štetnika i bolesti obavlja se, osim upotrebom pesticida i svim drugim dopuštenim agrotehničkim mjerama (npr. plodored, zelena gnojidba i sl.), dok je npr. paljenje strništa strogo zabranjeno.

Prednosti izostavljenih sustava obrade tla jesu višestruke: manje radnih sati ljudi i strojeva provedenih u polju što pridonosi smanjenju onečišćenja okoliša i emisije štetnih plinova koji nastaju prilikom izgaranja energenata. Žetveni ostaci ostavljeni na površini tla pomažu pri održavanju stope infiltracije. Kako se infiltracija povećava tako razina evaporacije opada, što znači da se osiguravaju veće količine vode za rast i razvoj biljke. Tlo na kojem se biljke uzgajaju na ovaj način, sadrži povećan broj korisnih makro- i mikroorganizama, smanjuje se erozija i gubici vode otjecanjem, štiti okoliš i smanjuje troškove koji su povezani s unosom hranjivih tvari. Naravno, stvarno smanjenje u potrošnji goriva ovisi o vrsti opreme, broju prohoda i vrsti tla koja se obrađuje.

Kao i svaki sustav obrade tla i no-till sustav ima nedostataka: moraju se koristiti specijalne no-till sijačice koje su prilično skupe. Smanjeno je ili u potpunosti izostavljeno uništavanje korova mehaničkim putem, naročito višegodišnjih korova, što može predstavljati ozbiljan problem. Stoga je na ovom sustavu potrebna povećana primjena herbicida i pesticida općenito. Izostavljanjem obrade tla onemogućena je primjena meliorativne gnojidbe i gnojidbe na zalihu. Žetveni ostaci na tlu mogu znatnije smanjiti temperaturu tla što usporava početni porast usjeva (kukuruz u svibnju). Pri reduciranoj obradi slabije je nicanje pa se traži i do 10 % više sjemena. Na nekim tlima smanjen je rast korijena zbog zbijenosti tla, ali i zbog disbalansa hraniva (ne apliciraju se na optimalnu dubinu, odnosno dubina korijena, već više pri površini tla).

*Aksiom minimalne obrade tla: reducirati volumen obrađenog tla na minimum, svesti obradu na jedan zahvat, čuvati humus tla i strukturu, spriječiti eroziju na proizvodnoj površini i napokon staviti sjeme kultura u povoljne, a sjeme korova u nepovoljne uvjete (Mihalić, 1985.).*

### **3.3.Gnojidba**

Gnojidba je agrotehnička mjera koja povećava produktivnost tla i uloženog rada u poljoprivrednoj proizvodnji (<http://nss.com.hr/gnojidba.htm>). Budući da u sastav biljaka ulazi čitav niz elemenata koje biljke usvajaju iz tla ili atmosfere, a neki su potrebni u velikim količinama, posebice dušik, fosfor i kalij, gnojidba je neizostavna agrotehnička mjera. Dio elemenata vraća se u tlo prirodnim putem, ali znatan dio ih se odnosi žetvom, a dio postaje nepristupačan za biljke. Stoga, jako je važno nadoknaditi izgubljeni dio hraniva, ako se izgubljeni dio ne nadoknadi, tlo siromaši, a prinos opada.

Gnojidbom se poljoprivrednim usjevima osigurava ishrana biogenim elementima, ali njih u tlu nema dovoljno kako bi se postigli visoki i stabilni prinosi. Zato je gnojidba jedna od najvažnijih agrotehničkih mjera kojom se povećava produktivnost tla i uloženog rada u poljoprivrednoj proizvodnji.

U sastav biljaka ulazi čitav niz elemenata koje biljke usvajaju iz tla ili atmosfere. Dušik, fosfor i kalij samo su neki od neophodnih elemenata, i obvezno se dodaju u tlo gnojidbom iz jednostavnog razloga jer su potrebni u velikim količinama. Te velike količine hraniva osiguravaju se gnojidbom budući da se znatan dio odnosi žetvom, jedan dio se ispire ili prelazi u oblike koji su nepristupačni za biljke, dok se dio vraća prirodnim putem u tlo. Ako ne bi izvršili gnojidbu i njome nadoknadili izgubljeni dio hraniva, tlo bi siromašilo i priroda bi opadao. Zato je važno znati kolike su raspoložive količine hraniva u tlu, kao i potrebe biljaka za elementima ishrane jer onda možemo donijeti kvalitetnu procjenu potrebne količine gnojiva a da ne onečistimo okoliš. Tlo sadrži vrlo veliku količinu hraniva, ali je veliki dio tih hraniva biljkama uglavnom nepristupačan. Dio hraniva koji je raspoloživ biljci za usvajanje nalazi se u kemijskom obliku ili može prijeći u kemijski oblik u kojem ga biljka može usvojiti, a nalazi se u području korjenovog sustava. Za određivanje optimalne doze gnojiva, vremena primjene i načina gnojidbe, njegove vrste i kemijskog oblika hraniva, potrebne su znanstveno-stručne spoznaje o raspoloživosti i odnosima hraniva u tlu, ekonomičnosti proizvodnje, fiziološkim potrebama



biljke, smjeru i intenzitetu utjecaja pojedinog agroekološkog čimbenika. Dakle potrebno je znati koja je adekvatna doza potrebnog hraniva na pravom mjestu i vremenu, i uz pravu cijenu.

Gnojidbu treba povećavati sve dok je rast priroda ispativ, ako gledamo s ekonomske strane. Zato treba pametno postupati s količinama gnojiva koje odgovaraju stvarnim potrebama biljke, plodnosti tla i stanju usjeva, te voditi računa o klimatskim uvjetima i mogućem prirodu. Velika pomoć pri procjenama količine hraniva koje biljka može usvojiti iz tla je u kemijskim analizama tla, a analize biljne tvari daju nam podatke koliko hraniva biljke moraju usvojiti da bi postigle određeni prirodu. Potrebna količina hraniva i njihov omjer koji se mijenja ovisno o biljnoj vrsti, kultivaru ili hibridu, stadiju razvoja biljke, te abiotičkim i biotičkim čimbenicima, predstavljaju važne komponente za utvrđivanje potrebe u gnojidbi.

Izvor hraniva u tlu čine gnojiva (mineralna i/ili organska), rezidue (ostaci hraniva) od prethodne gnojidbe ili biološka fiksacija N prethodnim usjevom leguminoza, mineralizacija organskih rezervi tla, voda za navodnjavanje i dr. Uporaba gnojiva je neophodna radi postizanja visokih i stabilnih prinosa te isplativosti rada i ulaganja u biljnu proizvodnju. Moderna gnojidba temelji se na kemijskom konceptu ishrane bilja čime se značajno povećava poljoprivredna produkcija uz bolju kvalitetu hrane. Povoljni efekt gnojidbe je i povećanje plodnosti tla što rezultira visokim i stabilnim prinosima, većom otpornošću na bolesti i klimatske stresove. Primjena gnojiva vrši se sukladno koncentraciji pojedinih hraniva u tlu, potrebama biljaka i očekivanoj visini prinosa, njihovom omjeru, učinkovitosti i produženom djelovanju, te plodnosti tla. Plodnija tla osiguravaju bolju opskrbljenost biljaka hranivima što smanjuje unošenje većih količina gnojiva. S druge strane, siromašnija tla zahtijevaju veće količine gnojiva za uspješan uzgoj određene biljne vrste. Izbor formulacija složenih (kompleksnih i miješanih) gnojiva ovisi o potrebama biljaka i mogućnosti njihovog usvajanja.

### **3.4. Dušična gnojiva**

Biljke usvajaju dušik pretežno u nitratnom i amonijskom obliku (Crawford, 1995.). Nitratni oblik dušika je negativno nabijena molekula ( $\text{NO}_3^-$ ), a kako je koloidna frakcija tla također negativno nabijena i ne zadržava negativne molekule u svojoj blizini, dolazi do

odbijanja nitratnih iona od strane električnog polja negativno nabijenog koloida te se oni lako premještaju strujanjem vode. Premještanju pogoduju obilnije padaline, te se nitrati premještaju u dublje slojeve tla i dolaze do podzemnih voda, nestajući iz zone korjenovog sustava. Istovremeno s premještanjem odvija se proces difuzije, odnosno prelazak s mjesta više koncentracije prema mjestu niže koncentracije. Zato se prihrana ne smije obavljati po snijegu ili smrznutom tlu, jer će izostati željeni efekt gnojidbe, a tlo će primiti veću količinu dušika koja će se završiti u podzemnim vodama.

Za razliku od nitratnog dušika, amonijski oblik dušika  $\text{NH}_4^+$  je pozitivno nabijena molekula. Ona se može vezati za koloidne tla ali nije čvrsto vezana. Amonijski oblik može biti čvrsto vezan za neke sekundarne minerale gline, slično kaliju, ali tada nije dostupan biljci za usvajanje. Kada je sorbiran na KIK-u (Kationski Izmjenjivački Kapacitet), biljke i mikroorganizmi amonijev ion lako usvajaju tako što ga zamijene za drugi kation, najčešće vodikov ion  $\text{H}^+$ . Biljke usvojeni  $\text{NH}_4^+$  ugrađuju u bjelančevine jer je usvojeni  $\text{NH}_4^+$  u većoj koncentraciji toksičan. Zbog toga se dušik prihranom dodaje samo kada ga biljka treba i može usvojiti.

Ima mnogo dušičnih gnojiva, pa samim time postoje i različite podjele. Najčešća su dušična gnojiva UREA, KAN, nitratni oblici (amonij-nitrat, natrij-nitrat, kalcij-nitrat), amonijski oblici (amonij-nitrat, amonij-sulfat) i dr.

<http://www.gnojidba.info/category/makroelementi/>

UREA je dušično gnojivo gdje je dušik u amidnom obliku. Urea sadrži 46 % dušika. To je najzastupljenije gnojivo u svijetu, a koristi se u predsjetvenoj gnojidbi jer omogućuje pretvorbu amidnog dušika u nitratni i amonijski oblik u tlu. Urea u jesenskoj osnovnoj gnojidbi služi za aktivaciju organskog dušika iz tla i razgradnju biljnih ostataka. Većina kulturnih biljaka se prihranjuje ureom. Moguće je napraviti tekuće dušično gnojivo za folijarnu primjenu, na brz i jednostavan način jer je urea lako topljiva u vodi. Relativno se lako i brzo otapa 25–30 kg uree u 100 litara vode. Koncentracija se može jednostavno mijenjati. Prihrana mladih i nježnih biljaka vrši se nižim koncentracijama, a kako biljke rastu povećava se koncentracija. Prihrana se može vršiti preko lista istovremeno sa zaštitom od bolesti i štetnika.

Nitratna gnojiva sadrže dušik u obliku nitrata te su vrlo lako topljiva. Biljke nitratni dušik brzo usvajaju ali je taj oblik jako podložan ispiranju jer se negativni naboj nitrat iona ne može vezati za mineral gline. Fiziološka reakcija nitratnih gnojiva je alkalna te se stoga

najčešće primjenjuju na kiselim tlima. Nitratna gnojiva se na tržištu pojavljuju u dva tipa. Kalcijev-nitrat, ili vapnena odnosno norveška salitra, dosta je zastupljen na tržištu i natrijev-nitrat ili čilska salitra, dosta rijedak na tržištu. Kalcijev-nitrat je tehnološki naprednije gnojivo. Umjesto natrija sadrži kalcij (oko 28% CaO). Tako osim opskrbe biljke dušikom, biljku se opskrbljuje i kalcijem. Čilska salitra je nekada bila najpoznatije dušično gnojivo koje se vadilo iz prirodnih naslaga natrijevog-nitrata u Čileu ali danas se sve manje koristi zbog prisutnosti natrija koji djeluje kao peptizator tla i zbog moguće alkalizacije.

Kalcijsko-amonijski nitrat ili KAN, dušično je gnojivo za prihranu svih poljoprivrednih kultura. Sadrži 27 % dušika od čega je pola dušika u amonijskom, a pola u nitratnom obliku. Zbog toga djeluje brzo i nešto produženo što zadovoljava potrebe biljaka za dušikom u određenom razdoblju. Sadrži i određene količine magnezija iz dolomita, pa je djelomično zadovoljena potreba i za tim biljnim hranivom.

Amonij nitrat ili AN sadrži 33,5 % dušika. To je dušično gnojivo istih karakteristika kao KAN ali s više aktivne tvari, a manje magnezij oksida. Koristi se za prihranu svih poljoprivrednih kultura. Kvalitetnije se raspoređuje po površini te povećava produktivnost tla. Mana ovog dušičnog gnojiva je što postaje zapaljivo i eksplozivno u dodiru s mineralnim i organskim uljem pa je potrebno osigurati potrebne uvjete transporta i skladištenja.

UAN je dušična otopina koja sadrži tri oblika dušika i koja je prvenstveno namijenjena za gnojidbu strnih žitarica, uljane repice i travnjaka putem lista ali i putem tla, te okopavina, vinograda i voćnjaka samo putem tla.. U 100 litara otopine UAN-a ima 40 kg dušika, od toga je 50 % u amidnom obliku, 25 % u amonijskom, a 25 % u nitratnom obliku. U otopini UAN-a može se uspješno otopiti većina mikroelemenata, pesticida i stimulatora rasta.

Amonijski nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) je koncentrirano gnojivo u obliku kristala ili granula, a sadrži oko 34% dušika. Lako se topi u vodi i vrlo je higroskopsko. Može se koristiti prije sjetve i za prihranu kao komponenta NPK gnojiva.

### **3.5. Dušik i gnojidba kukuruza dušikom**

Dušik je mineralni element podrijetlom iz atmosfere, a biljke ga usvajaju u mineralnom obliku. Nalazi se u velikom broju životno važnih spojeva: nukleinskim

kiselinama, fotosintetskim pigmentima, proteinima, aminima i drugim spojevima koji čine osnovu života pa se dušik smatra najvažnijim elementom agrokemije, odnosno ishrane bilja. Udio dušika u atmosferi je 78,1 % volumno, ali samo ga mali dio organizama može koristiti upravo iz atmosfere u plinovitom stanju ( $N_2$ ). Biljke dušik usvajaju u obliku amonijačnog iona ( $NH_4^+$ ) i nitratnog iona ( $NO_3^-$ ), a da bi se dušik u elementarnom stanju preveo u oblike pristupne biljci potrebna je ogromna količina energije. S druge strane, dušik je najstabilniji u molekularnom stanju i lako se vraća u to stanje te se lako gubi iz tla.

**Dušik u tlu-** Dušik se u tlu nalazi u obliku organskih i anorganskih spojeva. Humus predstavlja organski dio i nepotpuno razgrađene biljne i životinjske ostatke. Dušika, koji je u mineralnom obliku, uglavnom je nedovoljno za dobru ishranu biljaka iako je potpuno raspoloživ za usvajanje. U poljoprivrednim tlima ukupna količina dušika je oko 0,1-0,3 %, a za ishranu biljaka je pristupačno tijekom jedne vegetacije svega 1-3 % (Vukadinović i Vukadinović, 2011.), što navodi na zaključak da je gnojidba dušikom neizostavna agrotehnička mjera kojom se ostvaruju visoki prinosi. Dušik u tlo dospijeva tijekom transformacije u procesu fiksacije dušika koju obavljaju mikroorganizmi, gnojidbom ili nastajanjem nitrata prilikom električnih pražnjenja u atmosferi. U uvjetima povećane vlažnosti dušik se zbog svoje brze transformacije do nitrata ispire u dublje slojeve i dospijeva u podzemne tokove i onečišćuje okoliš. Gubi se i procesom denitrifikacije (volatizacija) gdje kod  $pH < 5$  dolazi do redukcije nitrata do molekularnog dušika koji se u plinovitom stanju gubi iz tla.

**Dušik u biljkama-** Suha tvar biljke sadrži u prosjeku 2-5 % dušika. Biljke dušik pretežito usvajaju kao  $NH_4^+$  i  $NO_3^-$  ion, a u povoljnim uvjetima u 90 % slučajeva u nitratnom obliku, ali samo kad je proces nitrifikacije u tlu moguć ili je primijenjeno mineralno gnojivo koje sadrži nitrate.

Primjena dušičnih gnojiva za kukuruz je povoljnija što je vremenski bliža fiziološkim potrebama kukuruza. Na težim tlima, osnovnom obradom u jesen dodaje se dio dušičnih gnojiva, dok se na lakšim tlima veći dio treba dodati predsjetveno i startno uz prihranu u trake radi smanjenja ispiranja nitrata.

Najvažniji element gnojidbe uz fosfor i kalij je dušik. Dušik je element prinosa, i biljke ga usvajaju u velikim količinama, često puta vrlo neracionalno. Naime, većina oblika dušika usvaja se tokom vode iz tla ("mass flow"), te biljka jednostavno ne može odvojiti višak dušika iz primljene vode. Kod prevelike opskrbljenosti biljaka dušikom

dolazi do prebujnog rasta, smanjene otpornosti na bolesti, lakšeg polijeganja itd. Dušik je biljci potreban tijekom cijelog vegetacijskog perioda, ali ne kontinuirano u istoj količini. U početnim fenološkim fazama biljke sporije rastu, te su veće količine gnojiva potrebne samo u fenofazama brzog porasta jer tada biljka usvoji većinu dušika, a samo mali dio se gubi iz zone korijena zbog lake topljivosti dušika. Zato upotreba dušičnih gnojiva treba biti pravovremena, zbog neprekidne opskrbe biljaka dušikom, posebice u fazama ubrzanog rasta. Ti se uvjeti postižu višekratnim prihranama dušičnim gnojivima, i to 2-4 puta, ovisno o bioraspoloživosti dušika i dužini vegetacije biljaka. Vukadinović i Bertić (2013.) navode kako iskoristivost dušika iz mineralnog gnojiva prosječno iznosi 50 %, često tek 30 %, a vrlo rijetko do 70 % i to samo kod višekratne primjene malim dozama.

Planiranje primjene gnojiva mora biti u skladu s koncentracijom pojedinih hraniva u tlu, učinkovitosti djelovanja, potrebama biljaka, plodnosti tla, očekivanoj visini prinosa, te omjeru pojedinih hraniva. Također, potrebe biljaka i mogućnost usvajanja hraniva ovise o izboru hraniva u gnojivu (formulaciji) složenih (kompleksnih i miješanih) gnojiva. Zbog njegove velike pokretljivosti, gospodarenje dušikom u tlu predstavlja veliki izazov.

Primjena dušičnih gnojiva za kukuruz je povoljnija što je vremenski bliža fiziološkim potrebama kukuruza. Dakle, dio dušičnih gnojiva se na težim tlima može dodati s osnovnom obradom u jesen, dok se na lakšim tlima veći dio treba dodati predsjetveno i startno uz prihranu u trake kako bi se smanjilo njegovo ispiranje. Najpovoljnija dušična gnojiva koja se upotrebljavaju za predsjetvenu i startnu gnojidbu, te prihranu kukuruza su ona koja sadrže nitrati i amonijski oblik, odnosno KAN, AN i UAN. Za osnovnu gnojidbu najpovoljnija je urea, anhidrirani amonijak i UAN. Ureu i UAN potrebno je dobro zaorati odmah nakon raspodjele kako bi se spriječio gubitak dušika volatilizacijom, dok anhidrirani amonijak treba biti apliciran na dubinu od 12-15 cm pri povoljnoj vlažnosti zbog istog razloga, volatilizacije. Osim gubitka volatilizacijom, AN i KAN su gnojiva iz kojih se dušik potencijalno može izgubiti ispiranjem ili denitrifikacijom u kiselim uvjetima, osobito ako je neposredno nakon gnojidbe pala veća količina oborina.

Prosječna gnojidba na tlima srednje plodnosti kreće se od 150 do 200 kg N/ha, 100-120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha i 120-180 kg K<sub>2</sub>O/ha. Najveći dio ili ukupna količina P i K treba se zaorati u osnovnoj obradi tla (jesen), a preostali dio hraniva se unosi u tlo pred sjetvu (<http://www.petrokemija.hr/Portals/0/Gnojidba/Ratarstvo.pdf>). Pogrešno je izostaviti jesensku gnojidbu i svu planiranu količinu gnojiva dodati prije sjetve u proljeće. U osnovnoj gnojidbi zaorava se najveći dio ili ukupna količina fosfora ili kalija s dijelom

dušika, kako bi se hranivima obogatio cijeli oranični sloj. Time se omogućuje dublji razvoj korjenovog sustava, što je važno za ishranu biljaka u sušnom razdoblju godine kada su i potrebe kukuruza za hranivima veće. U područjima s manjim količinama oborina (istočna Slavonija), u osnovnoj se obradi može zaorati veća količina UREE (manja opasnost od ispiranja), te se za tu količinu umanjuje UREA u predsjetvenoj pripremi tla. U gnojidbi pred sjetvu unosi se preostali dio hraniva ili pola količine dušika od ukupnih potreba. U područjima s obilnijim padalinama i na laganim tlima unosi se prihranom preostali dio dušika kad biljke razviju 4-6 listova.

### 3.6.Prinos kukuruza

Visina prinosa kukuruza (Tablica 3.) u provedenom istraživanju u prosjeku je iznosila 13,47 t/ha. Najveći prinosi kukuruza zabilježeni su na parcelama gdje je obavljeno podrivanje (15,24 t/ha), a najmanji kod kukuruza gdje je obavljena direktna sjetva (9,25 t/ha). Prinosi kukuruza na tretmanima obrade oranjem, podrivanjem, rahljenjem i tanjuranjem bili su statistički značajno veći u odnosu na prinos kukuruza ostvaren na varijanti direktne sjetve. Najveći prinosi ostvareni na varijanti s podrivanjem rezultat su duboke obrade na 45-50 cm (dublje od oranja), razbijanja "tabana" pluga i formiranja rahlog sloja u kojem se proliferacija korijena kukuruza mogla odvijati nesmetano (Jug i sur., 2006.). Dublji obrađeni sloj ujedno znači i nesmetanu perkolaciju vode ascendentnim i descendentnim smjerom (manja vjerojatnost saturacije tla vodom).

Tablica 3. Poljoprivredni prinos (prinos zrna kukuruza, t/ha) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Varijanta obrade tla	Razina gnojidbe dušikom			Prosjek
	N1	N2	N3	
OR	12,03	17,08	14,74	14,62
PO	13,88	17,28	14,56	15,24
RA	11,49	14,23	16,41	14,04
TA	11,75	15,07	15,71	14,18
DS	9,72	9,20	8,83	9,25
Prosjek	11,77	14,57	14,05	13,47

Gnojidba dušikom vrlo je značajno utjecala na visinu prinosa. Najveći prinosi zabilježeni su kod kukuruza gdje je gnojidba obavljena prema preporuci na osnovi analize tla (14,57 t/ha), a najmanji prinos izmjeren je kod kukuruza gdje je gnojidba umanjena za 50 % od preporučene doze (11,77 t/ha). Visina prinosa kukuruza čija je gnojidba iznosila 50 % više od preporučene doze, nije se statistički značajno razlikovala od najviše ostvarenog prinosa (14,05 t/ha).

Ovakvi rezultati ukazuju na važnost temeljenja gnojidbe na znanstveno-stručnim osnovama vezana za raspoloživost biljnih hraniva u tlu, potrebama biljne vrste te jačini utjecaja ostalih agroekoloških čimbenika. Kada se gnojidbena preporuka bazira na fizikalno-kemijskim podacima analize tla, tada se postižu visoko očekivani prinosi. U suprotnom, kod subjektivne procjene gnojidbene doze (posebice dušika) krajnji rezultat je smanjenje prinosa i kvalitete usjeva. U ovom istraživanju, povećana gnojidba dušikom nije rezultirala značajnijim padom prinosa (bujniji rast, sklonost bolestima, veća lisna masa, itd.), kako je bilo očekivano, zbog povećane količine oborina koja je uzrokovala gubitak dušika.

Visina biološkog prinosa (Tablica 4.) u prosjeku je iznosila 50,82 t/ha i bila je pod vrlo značajnim utjecajem tretmana obrade tla i gnojidbe. Najveći prinosi izmjereni su na podrivanju (56,37 t/ha) iako su u konačnici bili značajno veći samo od prinosa kukuruza na direktnoj sjetvi (35,57 t/ha). Gnojidba dušikom prema preporuci na osnovu obavljene analize tla dala je najveće prinose kukuruza (54,50 t/ha), dok su najniži prinosi izmjereni kod kukuruza sa smanjenom gnojidbom (44,80 t/ha).

Tablica 4. Biološki prinos kukuruza (t/ha) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Varijanta obrade tla	Razina gnojidbe dušikom			Prosjek
	N1	N2	N3	
OR	44,52	62,02	53,56	53,37
PO	53,74	60,33	55,04	56,37
RA	43,56	56,57	66,04	55,39
TA	43,40	58,09	58,70	53,40
DS	38,79	35,49	32,43	35,57
Prosjek	44,80	54,50	53,15	50,82

Udio poljoprivrednog prinosa u ukupnoj biomasi predstavlja žetveni indeks. Prekomjernom dušičnom ishranom kukuruz ima niži žetveni indeks jer je manje merkantilnog dijela u odnosu na biološku masu. U takvim uvjetima biljke lako poliježu, izloženije su bolestima i štetnicima, te treba primijeniti više zaštitnih sredstava, produljene su vegetacije, korijen im je slabo razvijen, a nadzemni dio je prenaplašen uz potrebu više vode. U ovom istraživanju visina žetvenog indeksa nije bila pod značajnim utjecajem obrade tla niti gnojidbe. Prosječna visina žetvenog indeksa iznosila je 26,4% (Tablica 5.).

Tablica 5. Žetveni indeks kukuruza (%) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom

Varijanta obrade tla	Razina gnojidbe dušikom			Prosjek
	N1	N2	N3	
OR	26,9	27,5	25,9	26,8
PO	26,1	28,6	26,4	27,0
RA	26,8	25,2	24,9	25,6
TA	25,7	25,9	26,8	26,2
DS	25,1	26,3	28,4	26,6
Prosjek	26,1	26,7	26,5	26,4



#### **4. ZAKLJUČAK**

Na osnovu provedenih istraživanja utjecaja različitih tretmana obrade tla i gnojidbe dušikom na prinos kukuruza tijekom 2013. godine na automorfnom tipu tla, mogu se donijeti slijedeći zaključci:

- tretman obrade tla i gnojidbe dušikom značajno su utjecali na visinu poljoprivrednog prinosa kukuruza (zrno) i biološkog prinosa kukuruza.
- najveći poljoprivredni i biološki prinos kukuruza ostvareni su na varijanti podrivanja (poljoprivredni prinos 15,24 t/ha, biološki prinos 27,03 t/ha) i na gnojidbenom tretmanu izračunatom prema preporuci na osnovu kemijske analize tla (poljoprivredni prinos 14,57 t/ha, biološki prinos 26,69 t/ha).
- tretman obrade tla i gnojidbe nije statistički značajno utjecao na visinu žetvenog indeksa koji je u prosjeku iznosio 26,6 %.

## 5. POPIS LITERATURE

1. Birkas, M. (2008): Environmentally-sound adaptable tillage, Akademiai Kiado. Budapest.
2. El Titi, A. (2003): Soil tillage in Agroecosystem., CRC Press LLC.
3. Jug, D., Stipešević, B., Jug, I., Stošić, M., Kopas, G. (2006): Prinos zrna kukuruza (*Zea mays L.*) na različitim varijantama obrade tla. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek, Hrvatska, Poljoprivreda, 12, 2, 5-10.
4. Jug, D. (2014): Odabrani nastavni materijal za studente diplomskog studija, Obrada tla- nastavni materijal.
5. [http://suncokret.pfos.hr/~jdaniyel/literatura/agrotehnika/01\\_Odabrani%20tekstovi%20iz%20obrade%20tla.pdf](http://suncokret.pfos.hr/~jdaniyel/literatura/agrotehnika/01_Odabrani%20tekstovi%20iz%20obrade%20tla.pdf), (11. rujna 2014.).
6. Crawford, N., (1995. ): Nitrate: nutrient and signal for plant growth. The plant cell, vol.7:859-868.
7. Mihalić, V. (1976): Opća proizvodnja bilja, Školska knjiga Zagreb.
8. Mihalić, V. (1985): Opća proizvodnja bilja, Školska knjiga Zagreb.
9. Vukadinović, V., Bertić, B. (2013): Filozofija gnojidbe, Studio HS Internet d.o.o. Osijek.
10. Vukadinović, V., Ivezić, Marija (1986): Primjena mikroračunara u analizi faktorijskih pokusa s dva faktora i pokusa po planu podijeljenih parcela. Poljoprivredni fakultet, Osijek.
11. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011): Ishrana bilja, Zebra, Vinkovci.
12. <http://www.petrokemija.hr/Portals/0/Gnojidba/Ratarstvo.pdf>, (11. rujna 2014.).
13. <http://www.gnojidba.info/category/makroelementi/>, (11. rujna 2014.).
14. [http://www.obz.hr/vanjski/CD\\_AGBASE2/PDF/Kukuruz.pdf](http://www.obz.hr/vanjski/CD_AGBASE2/PDF/Kukuruz.pdf), (11. rujna 2014.).
15. <http://nss.com.hr/gnojidba.htm>, (11. rujna 2014.).

## 6. SAŽETAK

Tijekom tehnološke 2012./2013. godine provedena su istraživanja utjecaja različitih varijanata obrade tla i različitih gnojidbenih doza dušika, na visinu prinosa kukuruza, na automorfnom tipu tla, na lokaciji u blizini Magadenovca (GPS: Long. 18.70648 E; Lat. 45.55555 N). Istraživanjima je obuhvaćeno pet varijanata obrade tla: OR–konvencionalna obrada tla; PO–podrivanje; RA–rahljenje; TA–tanjuranje i DS–direktna sjetva, a gnojidba dušikom je primijenjena u tri razine: N1–gnojidba umanjena za 50% u odnosu na gnojdbenu preporuku; N2–gnojidba prema gnojdbenoj preporuci i N3–gnojidba uvećana za 50 % u odnosu na gnojdbenu preporuku.

Na temelju provedenih istraživanja utvrđeno je kako su varijante obrade tla i varijante gnojidbe dušikom značajno utjecale na visinu poljoprivrednog prinosa kukuruza (zrno) i biološkog prinosa kukuruza. Najveći poljoprivredni i biološki prinos kukuruza ostvareni su na varijanti podrivanja (poljoprivredni prinos 15,24 t/ha, biološki prinos 27,03 t/ha) i na gnojdbenom tretmanu izračunatom prema preporuci na osnovu kemijske analize tla (poljoprivredni prinos 14,57 t/ha, biološki prinos 26,69 t/ha). Žetveni indeks je u prosjeku iznosio 26,6 % i nije bio pod utjecajem niti obrade tla niti gnojidbe dušikom.

**Ključne riječi:** prinos kukuruza, obrada tla, gnojidba dušikom, žetveni indeks

## 7. SUMMARY

Investigation of influence of different soil tillage treatments and different nitrogen doses fertilization on maize yield were conducted in 2013 year on automorphic soil tipe near Magadenovac (GPS: Long. 18.70648 E; Lat. 45.55555 N). The field experiments were includes five soil tillage treatments: OR-conventional (plowing), PO-subsoiling, RA-chiseling, TA-diskharrowing and DS-no tillage and nitrogen fertilization were applied in three levels: N1-fertilization 50% less than fertilizer recommendation, N2-fertilization according fertilizer recommendation and N3-fertilization 50% more than fertilizer recommendation.

According results, different soil tillage treatments and different nitrogen fertilization treatments had significantly influence on agricultural maize yield and biological maize yield. Largest agricultural and biological maize yield achieved on soil tillage treatments PO-subsoiling (agricultural yield 15.24 t/ha, biological yield 27.03 t/ha) and on N2 fertilization treatment (agricultural yield 14.57 t/ha, biological yield 26.69 t/ha). Harvest index in average amounted 26.6%, and was not statistically influenced by tillage and nitrogen fertilization.

**Keywords:** maize yield, soil tillage, nitrogen fertilization, harvest index

## 8. PRILOZI

### Prilog 1. Shema pokusa

← 20 m →	← 20 m →	← 20 m →	← 20 m →	← 20 m →	
3	2	1	5	4	
c b a	c b a	c b a	c b a	c b a	↕ 30 m ↕ IV blok
Razmak između blokova ← 15 m →					
2	1	5	4	3	
c b a	c b a	c b a	c b a	c b a	↕ 30 m ↕ III blok
Razmak između blokova ← 15 m →					
1	5	4	3	2	
c b a	c b a	c b a	c b a	c b a	↕ 30 m ↕ II blok
Razmak između blokova ← 15 m →					
5	4	3	2	1	
c b a	c b a	c b a	c b a	c b a	↕ 30 m ↕ I blok

## **9. POPIS SLIKA**

Slika 1. Varijanta obrade tla oranjem .....	3
Slika 2. Varijanta obrade tla podrivanjem .....	4
Slika 3. Varijanta obrade tla rahljenjem .....	4
Slika 4. Varijanta obrade tla tanjuranjem .....	5
Slika 5. Varijanta bez obrade tla.....	5

## 10. POPIS TABLICA

Tablica 1. Kemijski sastav tla na lokaciji istraživanja.....	6
Tablica 2. Vremenske prilike tijekom razdoblja istraživanja 2012./2013. na području Donjeg Miholjca .....	8
Tablica 3. Poljoprivredni prinos (prinos zrna kukuruza, t/ha) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom.....	18
Tablica 4. Biološki prinos kukuruza (t/ha) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom.....	19
Tablica 5. Žetveni indeks kukuruza (%) na pet varijanata obrade tla i tri razine gnojidbe dušikom.....	20

## **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet Osijek

Završni rad

### **UTJECAJ OBRADE TLA I GNOJIDBE DUŠIKOM NA PRINOS KUKURUZA**

#### **THE INFLUENCE OF SOIL TILLAGE AND NITROGEN FERTILIZATION ON MAIZE YIELD**

Filip Kotorac

Sažetak: Provedena su istraživanja utjecaja različitih varijanata obrade tla i različitih gnojidbenih doza dušika na visinu prinosa kukuruza, na automorfnom tipu tla, na lokaciji u blizini Magadenovca. Istraživanjima je obuhvaćeno pet varijanata obrade tla: OR–konvencionalna obrada tla; PO–podrivanje; RA–rahljenje; TA–tanjuranje i DS–direktna sjetva, a gnojidba dušikom je primijenjena u tri razine: N1–gnojidba umanjena za 50% u odnosu na gnojidbenu preporuku; N2–gnojidba prema gnojidbenoj preporuci i N3–gnojidba uvećana za 50% u odnosu na gnojidbenu preporuku. Dobivenim podacima je utvrđeno kako su varijante obrade tla i varijante gnojidbe dušikom značajno utjecale na visinu poljoprivrednog prinosa (zrno) i biološkog prinosa kukuruza. Najveći poljoprivredni i biološki prinosi kukuruza ostvareni su na varijanti podrivanja (poljoprivredni prinos 15,24 t/ha, biološki prinos 27,03 t/ha) i na gnojidbenom tretmanu izračunatom prema preporuci (poljoprivredni prinos 14,57 t/ha, biološki prinos 26,69 t/ha). Žetveni indeks je u prosjeku iznosio 26,6 % i nije bio pod utjecajem niti obrade tla niti gnojidbe dušikom.

**ključne riječi:** prinos kukuruza, obrada tla, gnojidba dušikom, žetveni indeks

Summary: Investigation of influence of different soil tillage treatments and different nitrogen doses fertilization on maize yield were conducted in 2013 year on automorphic soil tipe near Magadenovac. The field experiments were includes five variants of soil tillage: OR-conventional (plowing), PO-subsoiling, RA-chiseling, TA-diskharrowing and DT-no tillage and nitrogen fertilization were applied in three levels: N1-fertilization 50% less than fertilizer recommendation, N2-fertilization according fertilizer recommendation and N3-fertilization 50% more than fertilizer recommendation. According results, different soil tillage treatments and different nitrogen fertilization treatments had significantly influence on agricultural maize yield and biological maize yield. Largest agricultural and biological maize yield achieved on treatment PO-subsoiling (agricultural yield 15.24 t/ha, biological yield 27.03 t/ha) and on N2 fertilization treatment (agricultural yield 14.57 t/ha, biological yield 26.69 t/ha). Harvest index in average amounted 26.6%, and was not statistically influenced by tillage and nitrogen fertilization.

**keywords:** maize yield, soil tillage, nitrogen fertilization, harvest index

Datum obrane: